

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.В. Димов

«30» мая 2025 г.

2.1.3. Физика конденсированного состояния рабочая программа дисциплины

Область науки – 1. Естественные науки

Группа научных специальностей – 1.3. Физические науки

Научная специальность – 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Наименование отрасли науки – Технические

Форма обучения – очная

Срок обучения – 4 года

Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 5

Часов по учебному плану – 180

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

зачет 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Семестр	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	64	64
– лекции	64	64
– практические (семинарские)	-	-
Самостоятельная работа	116	116
Итого	180	180

ИРКУТСК-2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20.10.2021г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «О подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 24.02.2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом министерства образования и науки Российской федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.02.2023 г. № 118 «О внесении изменений в федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденные приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951» и на основании учебного плана по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Программу составил:
докт.физ.-мат.наук, профессор

В.И. Барышников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение»,

протокол от «20» мая 2025 г. № 14

И.о. зав. кафедрой «Физика, механика и приборостроение»
к.т.н., доцент

С.В. Пахомов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1. Цель освоения дисциплины	
1	теоретическое и экспериментальное исследование природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях.
1.2. Задачи освоения дисциплины	
1	освоение всех разделов физики конденсированного состояния;
2	выработка у аспирантов навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие у них познавательных потребностей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ	
2.1. Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Дисциплина «Физика конденсированного состояния» является дальнейшим углублением базовых знаний, умений и навыков по естественнонаучным дисциплинам высшего образования квалификации магистр или специалист. Она основывается на изучении общих вопросов естественнонаучных дисциплин, фундаментальных вопросов техники, системного анализа и синергетики.
2.2. Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	1.1.1(Н) Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к защите

3. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН	
Знать	
1	- современные проблемы физики конденсированного состояния, необходимых для решения научно-исследовательских задач.
Уметь	
1	- критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики конденсированного состояния, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
2	- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физики конденсированного состояния с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
3	- самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.
Владеть	
1	- навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей и применять их на практике;
2	- навыками, необходимыми для участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач в области физики конденсированного состояния.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	Раздел 1. Силы связи в твердых телах			
1.1	Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
1.2	Проработка лекционного материала по теме «Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
1.3	Химическая связь и ближний порядок. Примеры кристаллических структур /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
1.4	Проработка лекционного материала по теме «Химическая связь и ближний порядок. Примеры кристаллических структур» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
1.5	Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ,	2	4	Л.4.1-Л.4.4 Э.1

	структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO ₃ (Конспект) /Ср/			
1.6	Основные свойства ковалентной связи. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
1.7	Проработка лекционного материала по теме «Основные свойства ковалентной связи. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 2. Симметрия твердых тел			
2.1	Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
2.2	Проработка лекционного материала по теме «Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
2.3	Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
2.4	Проработка лекционного материала по теме «Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
2.5	Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
2.6	Проработка лекционного материала по теме «Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
2.7	Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
2.8	Проработка лекционного материала по теме «Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 3. Дефекты в твердых телах			
3.1	Точечные дефекты, их образование и диффузия /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
3.2	Проработка лекционного материала по теме «Точечные дефекты, их образование и диффузия» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
3.3	Типы дефектов в кристаллической решетке. Собственные и примесные дефекты	2	4	Л.4.1-Л.4.4 Э.1

	(конспект) /Ср/			
3.4	Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
3.5	Проработка лекционного материала по теме «Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
3.6	Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
3.7	Проработка лекционного материала по теме «Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 4. Дифракция в кристаллах			
4.1	Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
4.2	Проработка лекционного материала по теме «Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
4.3	Методы изучения конденсированных сред (конспект) /Ср/	2	4	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
4.4	Брэгговское отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
4.5	Проработка лекционного материала по теме «Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
4.6	Применение полученных знаний при изучении дисциплины «Физика конденсированного состояния» к научной работе аспиранта (реферат) /Ср/	2	12	Л.4.1-Л.4.4 Э.1 6.4.1-6.4.4
	Раздел 5. Колебания решетки			
5.1	Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
5.2	Проработка лекционного материала по теме «Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
5.3	Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
5.4	Проработка лекционного материала по теме «Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
5.5	Основы квантовой статистики (конспект) /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
5.6	Фононы. Электрон-фононное взаимодействие /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
5.7	Проработка лекционного материала по теме «Фононы. Электрон-фононное взаимодействие» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 6. Тепловые свойства твердых тел			

6.1	Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
6.2	Проработка лекционного материала по теме «Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
6.3	Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
6.4	Проработка лекционного материала по теме «Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
6.5	Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Анггармонические колебания /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
6.6	Проработка лекционного материала по теме «Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Анггармонические колебания» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
6.7	Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
6.8	Проработка лекционного материала по теме «Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 7. Электронные свойства твердых тел			
7.1	Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоэдс, фотопроводимость, оптическое поглощение /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.2	Проработка лекционного материала по теме «Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоэдс, фотопроводимость, оптическое поглощение» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
7.3	Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.4	Проработка лекционного материала по теме «Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
7.5	Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны (конспект) /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1

7.6	Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.7	Проработка лекционного материала по теме «Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
7.8	Приближение сильно связанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.9	Проработка лекционного материала по теме «Приближение сильно связанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
7.10	Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.11	Проработка лекционного материала по теме «Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
7.12	Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
7.13	Проработка лекционного материала по теме «Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы» /Ср/	2	3	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 8. Магнитные свойства твердых тел			
8.1	Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
8.2	Проработка лекционного материала по теме «Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
8.3	Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Доменные границы (Блоха, Нееля). Магнитная структура ферромагнетиков /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
8.4	Проработка лекционного материала по теме «Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Магнитная структура ферромагнетиков» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
8.5	Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков (конспект) /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1

8.6	Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
8.7	Проработка лекционного материала по теме «Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел			
9.1	Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
9.2	Проработка лекционного материала по теме «Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
9.3	Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
9.4	Проработка лекционного материала по теме «Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
9.5	Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта, и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
9.6	Проработка лекционного материала по теме «Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта, и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
	Раздел 10. Сверхпроводимость			
10.1	Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейсснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец /Лек/	2	2	Л.1.1-Л.1.2 Л.2.1
10.2	Проработка лекционного материала по теме «Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейсснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец» /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1

10.3	Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель (конспект) /Ср/	2	2	Л.4.1-Л.4.4 Э.1
10.4	Применение полученных знаний при изучении дисциплины «Физика конденсированного состояния» к научной работе аспиранта (реферат) /Ср/	2	6	Л.4.1-Л.4.4 Э.1 6.4.1-6.4.4
10.5	Зачет	2	8	Л.4.1-Л.4.4 Э.1 6.4.1-6.4.4

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и допуска к промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Промежуточная аттестация по дисциплине производится в форме кандидатского экзамена 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Гольдаде В.А., Пинчук Л.С.	Физика конденсированного состояния: учебное пособие для аспирантов и студентов http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309&sr=1	Минск: Белорусская наука, 2009.	100% онлайн
Л1.2	Гуртов В. А. , Осауленко Р. Н.	Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=233466	М.: Техносфера, 2012.	100% онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	<u>Ищенко А. А. ,</u> <u>Гиричев Г. В. ,</u> <u>Тарасов Ю. И.</u>	Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275474&sr=1	М.: <u>Физматлит</u> , 2012.	100% онлайн

6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1		Методические материалы по дисциплине «Физика конденсированного состояния»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн

6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
--	---------------------	----------	-----------------------------------	---------------------------------------

			кабинет обучающегося	
Л4.1	Гольдаде В.А., Пинчук Л.С.	Физика конденсированного состояния: для аспирантов и студентов http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309&sr=1 :	Белорусская наука, 2009.	100% онлайн
Л4.2	Гуртов В. А. , Осауленко Р. Н.	Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=233466	М.: Техносфера, 2012.	100% онлайн
Л4.3	Ищенко А. А. , Гиричев Г. В. , Тарасов Ю. И.	Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275474&sr=1	М.: Физматлит, 2012.	100% онлайн
Л4.4		Методические материалы по дисциплине «Физика конденсированного состояния»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э.1	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/
-----	---

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

6.3.1 Перечень базового программного обеспечения

6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org

6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения

6.3.2.1	Использование специального программного обеспечения не предусмотрено
---------	--

6.3.3 Перечень информационных справочных систем

6.3.3.1	Использование информационных справочных систем не предусмотрено
---------	---

6.4 Периодические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.4.1		Физика твердого тела: научный журнал	Наука/Интерпериодика" (МАИК "Наука"),	Читальный зал СВЛ
6.4.2		Кристаллография: научный журнал	Наука/Интерпериодика" (МАИК "Наука"),	Читальный зал СВЛ
6.4.3		Успехи физических наук: научный журнал	Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Москва,	Читальный зал СВЛ
6.4.4		Известия высших учебных заведений. Физика: научный журнал	Издательство научно-технической литературы, Томск,	Читальный зал СВЛ

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения

	занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники Д-316.
4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: электронная структура атомов, гибридизация атомных орбиталей, дефекты Френкеля и Шоттки, электрон-фононное взаимодействие, точка Нееля, вихри Абрикосова и др.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Предназначена не только для овладения дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения. При проработке лекционного материала необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе; проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. При подготовке конспекта необходимо проработать научную, методическую и периодическую литературу по заданной теме. Кратко изложить материал при этом содержание материала должно быть логически связанным. При раскрытии исследуемой проблемы приводить различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.
Реферат	Реферат является элементом допуска к кандидатскому экзамену по дисциплине «Физика конденсированного состояния». Предварительно реферат должен быть сдан на кафедру «Физика, механика и приборостроение». Реферат – это самостоятельная научно-исследовательская работа аспиранта, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание материала должно быть логичным, изложение материала носит проблемно-поисковый характер. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции).
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
2.1.3 «Физика конденсированного состояния»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
2.1.3 «Физика конденсированного состояния»**

1. Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (раздел дисциплины)	Наименование Оценочного средства (форма проведения)
2 курс			
1	Текущий контроль	Раздел 1 Силы связи в твердых телах	Диктант по формулам и определениям (письменно)
2	Текущий контроль	Раздел 2. Симметрия твердых тел	Доклад с презентацией и выступление (письменно и устно)
3	Текущий контроль	Раздел 3. Дефекты в твердых телах	Задания репродуктивного уровня (письменно)
4	Текущий контроль	Раздел 4. Дифракция в кристаллах	Контрольная работа (письменно), Доклад с презентацией и выступление (письменно и устно), Реферат (письменно)
5	Текущий контроль	Раздел 5. Колебания решетки	Диктант по формулам и определениям (письменно), Задания репродуктивного уровня (письменно)
6	Текущий контроль	Раздел 6. Тепловые свойства твердых тел	Диктант по формулам и определениям (письменно)
7	Текущий контроль	Раздел 7. Электронные свойства твердых тел	Диктант по формулам и определениям (письменно)
8	Текущий контроль	Раздел 8. Магнитные свойства твердых тел	Диктант по формулам и определениям (письменно)
9	Текущий контроль	Раздел 9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел	Диктант по формулам и определениям (письменно)
10	Текущий контроль	Раздел 10. Сверхпроводимость	Доклад с презентацией и выступление (письменно и устно), Реферат (письменно)
11	Допуск к промежуточной аттестации	Разделы: Раздел 1 Силы связи в твердых телах Раздел 2. Симметрия твердых тел Раздел 3. Дефекты в твердых телах Раздел 4. Дифракция в кристаллах Раздел 5. Колебания решетки Раздел 6. Тепловые свойства твердых тел Раздел 7. Электронные свойства твердых тел Раздел 8. Магнитные свойства твердых тел Раздел 9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел Раздел 10. Сверхпроводимость	Зачет (устно)

2. Описание показателей и критериев оценивания качества освоения дисциплины

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся требованиям образовательной программы к результатам обучения.

Перечень оценочных средств

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Текущий контроль успеваемости			
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Диктант по формулам и определениям	Средство проверки знания основных физических формул и определений. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся Средство проверки степени овладения категориальным аппаратом темы, раздела, дисциплины.	Перечень вопросов, на которые необходимо дать краткие ответы.
3	Задания репродуктивного уровня	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умения правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенной темы (раздела) дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты заданий репродуктивного уровня по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
4	Доклад	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта самостоятельной деятельности обучающегося по дисциплине: обобщать и анализировать информацию по заданной теме используя материал из дополнительных источников, интернет ресурсы, презентации, умение аргументировать собственную точку зрения, владения подготовленным материалом доклада, умение донести излагаемый материал логически последовательно, с использованием выразительной речи и четкой дикции до аудитории.	Темы докладов
5			
Промежуточная аттестация			
6	Зачет	Используется как форма допуска к промежуточной аттестации 2.1.3 Физика конденсированного состояния. Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине.	Успешно выполнены задания текущего контроля успеваемости
7	Кандидатский экзамен	Экзамен проводится в рамках раздела 2.1.3 Физика конденсированного состояния ин-	Успешно выполнены задания канди-

		дидуального плана работы аспирантуры в соответствии с программой кандидатского экзамена по дисциплине «Физика конденсированного состояния».	датского экзамена (устный опрос)
--	--	---	----------------------------------

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств представлен в нижеследующей таблице.

Перечень оценочных средств

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Текущий контроль успеваемости			
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Диктант по формулам и определениям	Средство проверки знания основных физических формул и определений. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся Средство проверки степени овладения категориальным аппаратом темы, раздела, дисциплины.	Перечень вопросов, на которые необходимо дать краткие ответы.
3	Задания репродуктивного уровня	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умения правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенной темы (раздела) дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты заданий репродуктивного уровня по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
4	Доклад	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта самостоятельной деятельности обучающегося по дисциплине: обобщать и анализировать информацию по заданной теме используя материал из дополнительных источников, интернет ресурсы, презентации, умение аргументировать собственную точку зрения, владения подготовленным материалом доклада, умение донести излагаемый материал логически последовательно, с использованием выразительной речи и четкой дикции до аудитории.	Темы докладов
5	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных	Темы рефератов

		результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор реферата раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	
Промежуточная аттестация			
6	Зачет	Используется как форма допуска к промежуточной аттестации 2.1.3 Физика конденсированного состояния. Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине.	Успешно выполнены задания текущего контроля успеваемости
7	Кандидатский экзамен	Экзамен проводится в рамках раздела 2.1.3 Физика конденсированного состояния индивидуального плана работы аспирантуры в соответствии с программой кандидатского экзамена по дисциплине «Физика конденсированного состояния».	Успешно выполнены задания кандидатского экзамена (устный опрос)

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета представлены в следующей таблице.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Все задания текущего контроля успеваемости выполнены
«не зачтено»	Задания текущего контроля успеваемости не выполнены в полном объеме

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа	
Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Критерии и шкала оценивания диктанта по формулам и определениям

Пять формул и пять определений, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
10 баллов	«отлично»
8 баллов	«хорошо»
6 баллов	«удовлетворительно»
меньше шести баллов	«неудовлетворительно»

Критерии и шкала оценивания результатов выполнения заданий репродуктивного уровня

Два задания, за каждый правильный ответ 2 балла. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
4 баллов	«отлично»
3 балла	«хорошо»
2 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

Критерии и шкала оценивания докладов

В процессе обучения каждый из студентов делает доклад по одной из предложенных преподавателем тем, который обсуждается на практическом занятии.

Доклад предполагает продолжительность не более 7-10 минут, количество слайдов должно соответствовать содержанию и продолжительности выступления (рекомендуется использовать не более 10 слайдов)

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Выполнены все требования к докладу: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
«хорошо»	Основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы даны неполные ответы.
«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к выступлению с докладом. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании или при ответе на дополнительные вопросы; отсутствует вывод.
«неудовлетворительно»	Тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии и шкала оценивания реферата

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы
«хорошо»	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы
«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод
«неудовлетворительно»	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Реферат обучающимся не представлен

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения контрольной работы

Образец типового варианта контрольной работы типовой вариант по каждому разделу по теме «Свойства конденсированных сред»

Предел длительности контроля - 90 минут.

Предлагаемое количество заданий - 5

1. Пользуясь теорией теплоемкости Эйнштейна, определить изменение внутренней энергии одного килоатома кристалла при нагревании его от $T_1=0$ до $T_2=0,1 \theta_E$. Характеристическую температуру Эйнштейна θ_E принять для данного кристалла равной 300 К.
2. Сжимаемость меди $0,76 \cdot 10^{11} \text{ м}^2/\text{Н}$. Определить характеристическую температуру меди, если постоянная решетки $3,61 \text{ \AA}$.
3. Оценить величину термического коэффициента расширения твердого тела, считая, что коэффициент анизотропии $\gamma \approx \beta/2\alpha_0$. При оценке принять модуль Юнга $E=100 \text{ ГН/м}^2$, межатомное расстояние $\alpha_0=0,3 \text{ нм}$.
4. В образце германия с примесью атомов сурьмы с концентрацией 10^{22} м^{-3} создано электрическое поле с напряженностью $2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$. Температура образца $T=20 \text{ К}$. Определите концентрацию неравновесных носителей заряда, созданных электрическим полем в образце, если эффективная плотность состояний в зоне проводимости при $T=20 \text{ К}$ $N_c=2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, постоянная кристаллической решетки германия $a=0,357 \text{ нм}$, положение примесного уровня $E_c-E_d=0,0096 \text{ эВ}$.
5. Найти соотношение между модулями упругости и упругими податливостями кубического кристалла.

3.2 Типовые контрольные задания на диктант по формулам и определениям по каждому разделу

Образец типового варианта диктанта по формулам и определениям по теме «Фотоэффект и эффект Комптона в конденсированных средах»
 Предел длительности контроля – 15 минут.
 Предлагаемое количество заданий – 10.

1. Дать определение фотоэлектрического эффекта.
2. Дать определение внешнего фотоэлектрического эффекта.
3. Дать определение внутреннего фотоэффекта
4. Дать определение фототока насыщения.
5. Дать определение эффекта Комптона.
6. Запишите формулу эффективного сечения для фотоэффекта.
7. Записать первый, второй и третий законы для внешнего фотоэффекта.
8. Запишите формулу Филлибера.
9. Записать уравнение для эффекта Комптона.
10. Как зависит сечение комптон-эффекта от энергии?

3.3 Типовые контрольные задания репродуктивного уровня

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий репродуктивного уровня, предусмотренных рабочей программой дисциплины по каждому разделу

Образец типового варианта заданий репродуктивного уровня по теме «Энергические спектры электронов в кристалле. Уровень Ферми»
 Предел длительности контроля – 45 минут.
 Предлагаемое количество заданий – 2.

1. Уровень Ферми некоторого металла при температуре $T = 0$, равен 8 эВ. Определите на сколько уровень Ферми при $T = 1280 \text{ К}$ отличается от уровня Ферми при абсолютном нуле. Ответ представьте в электрон-вольтах.
2. Чему равно среднее число электронов проводимости в металле при 80 К в состоянии с энергией в 6 эВ, если энергия Ферми для этого металла 9 эВ.

3.4 Типовые контрольные задания по подготовке доклада и презентации

Темы конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины:

1. Тема «Методы исследования конденсированных состояний»:

1. Ионный микроскоп.
2. Акустическая микроскопия.
3. Рентгеновская топография.
4. Субмиллиметровая спектроскопия.
5. Поляризационный микроскоп

Литература:

1. Гольдаде В.А., Пинчук Л.С. Физика конденсированного состояния, 2009, 648 с.
2. Гуртов В. А. , Осауленко Р. Н. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие, Техносфера 2012, 560 с.
3. Геринг Г. И., Панова Т. В. Физика конденсированного состояния вещества: учебное пособие для аспирантов и студентов Омск: Омский государственный университет, 2008, 106 с.
4. Елманов Г. Н., Залужный А. Г., Скрытний В. И., Смирнов Е. А., Яльцев В. Н. Физическое материаловедение: учебник для вузов в 6 томах Т. 1. Физика твердого тел, учебник для вузов, МИФИ, 2007, 636 с.
5. Электронно-библиотечная система «Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
6. ЭБС "Университетская книга" <http://biblioclub.ru/>

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

1. Структура и свойства вещества: атом, молекулы, конденсированное состояние.
2. Условие существования конденсированного состояния
3. Кристаллическая структура твердого тела: симметрия кристаллов, элементарная решетка, решетка Вигнера-Зейтца, решетка Браве. Химическая связь и ближний порядок. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃.
4. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
5. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.
6. Аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность.
7. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
8. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки.
9. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.
10. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
11. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
12. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
13. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания.
14. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

15. Явления переноса.
16. Диффузия. Вязкость.
17. Перенос заряда и излучения.
18. Механические свойства твердых тел. Закон Гука.
19. Упругость. Пластичность. Прочность. Твердость.
20. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты.
21. Проводимость, эффект Холла.
22. ТермоЭДС, фотопроводимость.
23. Оптическое поглощение.
24. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана.
25. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс.
26. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
27. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии.
28. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.
29. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов.
30. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
31. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.
32. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.
33. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.
34. Ферромагнитные домены. Доменные границы (Блоха, Нееля).
35. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков.
36. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков.
37. Спиновые волны, магноны.
38. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях.
39. Электронный парамагнитный резонанс.
40. Ядерный магнитный резонанс.
41. Распространение волн в кристаллах.
42. Дифракция рентгеновских лучей.
43. Дифракция нейтронов и электронов в кристалле.
44. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.
45. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).
46. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса—Кронига.
47. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы.
48. Дифракция в аморфных веществах.
49. СВЧ излучение.
50. Радиоактивное излучение.
51. Звук.
52. Ультразвук.
53. Инфразвук.
54. Методы изучения конденсированных сред.
55. Оптическая микроскопия и её методы.
56. Рентгеновская микроскопия и её методы.
57. Спектральный анализ.

58. ИК спектроскопия
59. Уф и лазерная спектроскопия.
60. Масс- спектроскопия.
61. Мессбуаровская спектроскопия.
62. Электронная спектроскопия.
63. Нейтронография.
64. Поляризационный анализ.
65. Магнитометрия.

3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности) число заданий
равно числу разделов

1. Какова вероятность заполнения электронами в металле энергетического уровня расположенного на 44 мэВ выше уровня Ферми $T = 276K$.
2. На оси равномерно заряженного кольца радиусом R находится неполярная молекула. На каком расстоянии x от центра кольца модуль силы F , действующий на данную молекулу равен нулю.

3.7 Типовые темы рефератов

Типовые темы рефератов не предусмотрены, тема реферата согласовывается аспирантом индивидуально с научным руководителем и преподавателем дисциплины «Физика конденсированного состояния».

3.8 Перечень теоретических вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену по «Физика конденсированного состояния»

1. Структура и свойства вещества: атом, молекулы, конденсированное состояние.
2. Условие существования конденсированного состояния
3. Кристаллическая структура твердого тела: симметрия кристаллов, элементарная решетка, решетка Вигнера-Зейтца, решетка Браве. Химическая связь и ближний порядок. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃.
4. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
5. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.
6. Аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность.
7. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
8. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки.
9. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.
10. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
11. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
12. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.

13. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Анггармонические колебания.
14. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.
15. Явления переноса.
16. Диффузия. Вязкость.
17. Перенос заряда и излучения.
18. Механические свойства твердых тел. Закон Гука.
19. Упругость. Пластичность. Прочность. Твердость.
20. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты.
21. Проводимость, эффект Холла.
22. ТермоЭДС, фотопроводимость.
23. Оптическое поглощение.
24. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана.
25. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс.
26. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
27. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии.
28. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.
29. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов.
30. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
31. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.
32. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.
33. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.
34. Ферромагнитные домены. Доменные границы (Блоха, Нееля).
35. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков.
36. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков.
37. Спиновые волны, магноны.
38. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях.
39. Электронный парамагнитный резонанс.
40. Ядерный магнитный резонанс.
41. Распространение волн в кристаллах.
42. Дифракция рентгеновских лучей.
43. Дифракция нейтронов и электронов в кристалле.
44. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.
45. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).
46. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса—Кронига.
47. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы.
48. Дифракция в аморфных веществах.
49. СВЧ излучение.
50. Радиоактивное излучение.
51. Звук.
52. Ультразвук.
53. Инфразвук.

54. Методы изучения конденсированных сред.
55. Оптическая микроскопия и её методы.
56. Рентгеновская микроскопия и её методы.
57. Спектральный анализ.
58. ИК спектроскопия
59. Уф и лазерная спектроскопия.
60. Масс- спектроскопия.
61. Мессбауэровская спектроскопия.
62. Электронная спектроскопия.
63. Нейтронография.
64. Поляризационный анализ.
65. Магнитометрия.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа (КР)	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР
Доклад	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока представления доклада должен довести до сведения обучающихся тему доклада и указать необходимую учебную литературу. Темы и перечень необходимой учебной литературы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Доклад и презентация к нему должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и представлены на практическом занятии.
Задания репродуктивного уровня	Выполнение заданий репродуктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее двух. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Диктант по формулам и определениям	Диктант по формулам и определениям проводится во время практических занятий. Во время проведения диктанта пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения диктанта, доводит до обучающихся: тему, количество зада-

	ний в диктанте, время выполнения
Реферат	Защита реферата проводится во время практических занятий.

Лист регистрации дополнений и изменений рабочей программы дисциплины

[illegible]